

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-015562

(43)Date of publication of application : 19.01.1996

(51)Int.Cl.

G02B 6/30

(21)Application number : 06-150970

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD
SUN TEC KK

(22)Date of filing : 01.07.1994

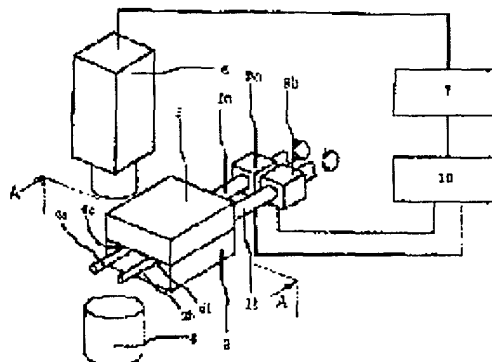
(72)Inventor : YUHARA TOSHIYA
KAJIOKA HIROSHI
IIZUKA TOSHIO
ICHIMURA MAMORU
MURAKAMI TOMOHIRO

(54) ALIGNMENT METHOD OF DIRECTION OF ROTATING DIRECTION OF OPTICAL FIBER IN OPTICAL FIBER ARRAY AND OPTICAL FIBER ARRAY

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an alignment method of the directions of the rotating directions of the optical fibers in an optical fiber array taking axial misalignment positions into consideration and an optical fiber array.

CONSTITUTION: The magnified images of the plural optical fibers 2a, 2a are obtd. by an image obtaining means 6 for the respective optical fibers 2a, 2b in the alignment method of the directions of the rotating directions of the optical fibers in the optical fiber array contg. the optical fibers 2a, 2b and an optical fiber holding member 3. The distribution of the characteristics of the images corresponding to the positions in the diametral direction of the optical fiber images is determined from the magnified images obtd. in such a manner. The axial misalignment positions of the cores with respect to the centers of the optical fibers 2a, 2b are measured from this distribution of the characteristics of the images. The axial misalignment positions for the holding member 3 of the optical fibers 2a, 2b are adjusted by optical fiber rotating mechanisms 9a, 9b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-15562

(43) 公開日 平成8年(1996)1月19日

(51) Int. Cl. ⁶
G02B 6/30

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願平6-150970

(22) 出願日 平成6年(1994)7月1日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(71) 出願人 591102693

サンテック株式会社

愛知県小牧市大字上末122番地

(72) 発明者 油原 敏哉

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立
電線株式会社日高工場内

(72) 発明者 梶岡 博

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立
電線株式会社日高工場内

(74) 代理人 弁理士 絹谷 信雄

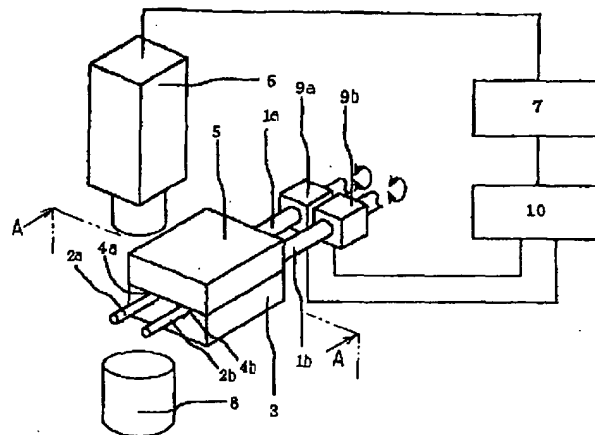
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法および光ファイバアレイ

(57) 【要約】

【目的】 軸ズレ位置を考慮した光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法および光ファイバアレイを提供すること。

【構成】 複数の光ファイバ2a、2bと光ファイバ保持部材3とを含む光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法において、それぞれの光ファイバ2a、2bに対して画像取得手段6により光ファイバ2a、2bの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した画像の特徴の分布を求め、その画像の特徴の分布より光ファイバ2a、2bの中心に対するコア中心の軸ズレ位置の測定を行い、光ファイバ回転機構9a、9bにより光ファイバ2a、2bの保持部材3に対する軸ズレ位置を調整することを特徴としている。



- 2a, 2b 光ファイバ
- 3 光ファイバ保持部材
- 6 画像取得手段 (撮像カメラ)
- 7 画像処理装置
- 8 照明光源
- 9a, 9b 光ファイバ回転機構
- 10 制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の光ファイバと光ファイバ保持部材とを含む光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法において、それぞれの光ファイバに対して画像取得手段により光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した画像の特徴の分布を求め、その画像の特徴の分布より光ファイバの中心に対するコア中心の軸ズレ位置の測定を行い、光ファイバ回転機構により光ファイバの保持部材に対する軸ズレ位置を調整すること

を特徴とする光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法。

【請求項 2】 複数の光ファイバと光ファイバ保持部材とを含む光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法において、画像取得手段によりそれぞれの光ファイバに対して角度を変えた光ファイバの少なくとも 2 つの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した画像の特徴の分布をそれぞれ求め、その画像の特徴の分布より光ファイバの中心に対するコア中心の軸ズレ位置の測定を光ファイバごとに行い、光ファイバ回転機構により保持部材に対して任意の光ファイバを回転させて光ファイバの保持部材に対する軸ズレ位置を調整すること

を特徴とする光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法。

【請求項 3】 非軸対称屈折率分布を有する複数の光ファイバと光ファイバ保持部材とを含む光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法において、それぞれの光ファイバの中心軸を略回転軸とした種々の回転方向に対して、光ファイバの導波光伝搬方向に対する側方から画像取得手段による光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した画像の特徴の分布を求め、予め定められた画像の特徴の分布を有するような光ファイバの回転方向の向きを検出することにより、光ファイバ断面上の予め定められた特定の軸を画像取得手段の光軸と一旦平行に合わせ、画像の特徴の分布より光ファイバの中心に対するコアの軸ズレ位置の測定を行い、その後

に光ファイバ或いは光ファイバを保持する保持部材を回転させ、光ファイバ保持部材に対するそれぞれの光ファイバの特定の軸の向きおよびコアの軸ズレ位置を調整することを特徴とする光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法。

【請求項 4】 非軸対称屈折率分布を有する複数の光ファイバと光ファイバ保持部材とを含む光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法において、それぞれの光ファイバの中心軸を略回転軸とした種々の回転方向に対して、光ファイバの導波光伝搬方向に対する側方から画像取得手段による光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ

像の径方向の位置に対応した画像の特徴の分布を求め、予め定められた画像の特徴の分布を有するような光ファイバの回転方向の向きを検出することにより、光ファイバ断面上の予め定められた特定の軸を画像取得手段の光軸と一旦平行に合わせ、画像の特徴の分布より光ファイバの中心に対するコアの軸ズレ位置の測定を行い、軸ズレ位置が所望の位置と一致しない光ファイバ或いは半数以上の光ファイバの軸ズレ位置と一致しない光ファイバを 180° 回転させて、全ての光ファイバの特定の軸と画像取得手段の光軸とを再び平行に合わせた際に、特定の軸の向きが光ファイバ保持部材に対して所望の方向を向くように、保持部材に対する画像取得手段の光軸の向きを調整するかあるいは予め定めておくことを特徴とする光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法。

【請求項 5】 上記画像の特徴の分布が光強度分布であって、光ファイバ外周端に相当する明部或いは暗部と、コア或いはコア中心に相当する明部或いは暗部との間の距離から軸ズレ位置を測定する請求項 1 から 4 のいずれか記載の光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法。

【請求項 6】 上記光ファイバが偏波面保存光ファイバであり、上記特定の軸が光ファイバの複屈折主軸である請求項 3 又は 4 記載の光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法。

【請求項 7】 上記光ファイバが楕円コア型偏波面保存光ファイバである請求項 6 記載の光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法。

【請求項 8】 上記光ファイバが楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバである請求項 6 記載の光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法。

【請求項 9】 複数の光ファイバと光ファイバ保持部材とを含む光ファイバアレイにおいて、それぞれの光ファイバに対して画像取得手段により光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した画像の特徴の分布を求め、その画像の特徴の分布より光ファイバの中心に対するコアの中心の軸ズレ位置の測定を行い、光ファイバ回転機構によりそれぞれの光ファイバの保持部材に対する軸ズレ位置を調整することによりコアの間隔を調整したあるいは均一にしたことを特徴とする光ファイバアレイ。

【請求項 10】 上記全ての光ファイバが一条の光ファイバから連続して切り出されており、軸ズレ位置が所望の方向になるように光ファイバの回転方向の向きアライメントが行われた請求項 9 記載の光ファイバアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ファイバジャイロ、光変調器、光スイッチ等に用いられる光導波路と光フ

イバとの結合部および光ファイバ同士の結合部に用いられる光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法および光ファイバアレイに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】光ファイバアレイの例として、偏波面保存光ファイバを用いた光ファイバアレイが挙げられる。従来の偏波面保存光ファイバの回転角度のアライメント方法においては、偏波面が保存される、電界の振動方向が複屈折主軸と平行である直線偏光を光ファイバに伝搬させて、出射端における直線偏光の角度により複屈折主軸の光ファイバ保持部材に対する角度を合わせている。例えば図 7 に示すように半導体レーザ 3 1 から出射される光を第一のレンズ 3 2 により略平行光とし、偏光子 3 3 により直線偏光とした後、略コアを中心軸として回転可能なホルダ 3 5 に保持された偏波面保存光ファイバ 3 6 の一端に第二のレンズ 3 4 により集光して光ファイバ内を伝搬させる。

【 0 0 0 3 】一方、伝搬光の出射する光ファイバの他端も略コアを中心軸として回転可能なホルダ 3 5 を介して、光ファイバ保持部材 3 7 に予め設けられた光ファイバを埋め込むための V 形状の溝（図示せず）に載置されており、その上にカバー部材 3 8 が載置されている。

【 0 0 0 4 】偏波面保存光ファイバは直交する 2 つの複屈折主軸を有しているため、複屈折主軸のおおよその向きを知らなければ光ファイバ中を伝搬する直線偏光の電界の振動方向がいずれの複屈折主軸に平行であるかを知ることができない。従って光ファイバより出射される直線偏光の電界の振動方向のみによって複屈折主軸の向きのアライメントを行おうとすると、所望の向きとは 9 0 ° 異なる向きとなるおそれがあるので、複屈折主軸のアライメントを予め略所望の方向へと行っておき、このアライメントの誤差の範囲程度に、直線偏光の向きによるアライメントの際の光ファイバ出射端の回転範囲を制限する必要がある。

【 0 0 0 5 】そこで偏波面保存光ファイバ 3 6 として楕円コア型光ファイバ 4 2 を用いる場合には、図 8 に示すように楕円形のコア 4 3 の長軸 4 4 と短軸 4 5 とがそれぞれ複屈折主軸となることから、CCD カメラ（図示せず）によって光ファイバからの出射光のニアフィールドパターンを、あるいはスクリーン（図示せず）に投射される出射光のファーフィールドパターンを観察しながら保持部材に載置された光ファイバ出射端を回転させ、複屈折主軸を略所望の方向に合わせる。また、偏波面保存光ファイバ 3 6 として楕円ジャケット型光ファイバ 4 6 を用いる場合には、図 9 に示すように楕円形のジャケット 4 7 の長軸 4 8 と短軸 4 9 とがそれぞれ複屈折主軸となることから、ジャケット部の形状が観察可能であるように保持部材に載置された光ファイバ出射端を予め弗化水素酸水溶液によりエッチングしてジャケット部とその

他の部分との間に段差をつけておき、CCD カメラによってこの端面の拡大像を観察しながら光ファイバを回転させ、複屈折主軸を略所望の方向に合わせる。

【 0 0 0 6 】次に出射光を第三のレンズ 3 9 および検光子 4 0 を介して受光器 4 1 に集光させ、受光器 4 1 の出力をモニタしながら光ファイバの入射端と検光子 4 0 とを回転させて偏光クロストークが最小となるような入射端の回転位置を求め、入射端における光ファイバの複屈折主軸の一方と光電界の振動方向とを一致させると、光ファイバからの出射光は電界の振動方向が 2 つの複屈折主軸の一方に平行な直線偏光となる。

【 0 0 0 7 】次に検光子 4 0 の方位を所望の複屈折主軸の方向に合わせ、光ファイバの出射端を、楕円コア型光ファイバの場合にはニアフィールドパターン或いはファーフィールドパターンによるアライメントの、楕円ジャケット型光ファイバの場合には端面の拡大像によるアライメントの誤差の範囲程度、例えば ± 1 0 ° 以内の範囲で回転させて受光器 4 1 の出力が最大あるいは最小となるような回転位置に向けることにより、光ファイバの回転方向のアライメントが行われている。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】ところで、軸ズレが 0. 5 μ m である光ファイバを複数用いて光ファイバアレイを作製すると、隣接する光ファイバのコア間隔の、所望の間隔との誤差が最大 1 μ m にも達するため、光ファイバアレイと配列形成された複数の光導波路との接続部における、位置ずれに起因する結合損失を低減することは困難である。

【 0 0 0 9 】また、光ファイバ内を伝搬する光の波長が短くなるほど光導波路および光ファイバ中の伝搬光のモードフィールドサイズが小さくなるため、同じ位置ずれ量に対する結合損失増加量が大きくなるので、光センサ等の短波長の光を用いるシステムにおいては、光ファイバアレイの隣接する光ファイバのコア間隔の、コアの軸ズレに起因する誤差を低減することは重要である。さらに低コストな楕円コア型偏波面保存光ファイバを用いる場合には、楕円形コアの短軸方向のモードフィールドサイズが長軸方向に比べて小さいので、特に短軸方向の軸ズレ位置を光ファイバアレイを構成する全ての光ファイバに対して一致させることが重要である。ところが従来の方法による偏波面保存光ファイバの回転方向のアライメントにおいては、前述のように多くの手順を踏まなければならない、また時間を要する上に、軸ズレ位置を考慮したアライメントを行うことはできなかった。

【 0 0 1 0 】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、軸ズレ位置を考慮した光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法および光ファイバアレイを提供することにある。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

に本発明は、複数の光ファイバと光ファイバ保持部材とを含む光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法において、それぞれの光ファイバに対して画像取得手段により光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した光強度分布等の画像の特徴の分布を求め、その特徴の分布より光ファイバの中心に対するコア中心の軸ズレ位置の測定を行い、光ファイバ回転機構により光ファイバの保持部材に対する軸ズレ位置を調整するものである。

【0012】本発明は、複数の光ファイバと光ファイバ保持部材とを含む光ファイバアレイにおける光ファイバのアライメント方法において、画像取得手段によりそれぞれの光ファイバに対して角度を変えた光ファイバの少なくとも2つの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した光強度分布等の画像の特徴の分布をそれぞれ求め、その特徴の分布より光ファイバの中心に対するコア中心の軸ズレ位置の測定を光ファイバごとに行い、光ファイバ回転機構により保持部材に対して任意の光ファイバを回転させて光ファイバの保持部材に対する軸ズレ位置を調整するものである。

【0013】本発明は、非軸対称屈折率分布を有する複数の光ファイバと光ファイバ保持部材とを含む光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法において、それぞれの光ファイバの中心軸を略回転軸とした種々の回転方向に対して、光ファイバの導波光伝搬方向に対する側方から画像取得手段による光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した光強度分布等の画像の特徴の分布を求め、予め定められた特徴の分布を有するような光ファイバの回転方向の向きを検出することにより、光ファイバ断面上の予め定められた特定の軸を画像取得手段の光軸と一旦平行に合わせ、画像の特徴の分布より光ファイバの中心に対するコアの軸ズレ位置の測定を行い、その後光ファイバまたは光ファイバを保持する保持部材を回転させ、光ファイバ保持部材に対するそれぞれの光ファイバの特定の軸の向きおよびコアの軸ズレを調整するものである。

【0014】本発明は非軸対称屈折率分布を有する複数の光ファイバと光ファイバ保持部材とを含む光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法において、それぞれの光ファイバの中心軸を略回転軸とした種々の回転方向に対して、光ファイバの導波光伝搬方向に対する側方から画像取得手段による光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した光強度分布等の画像の特徴の分布を求め、予め定められた特徴の分布を有するような光ファイバの回転方向の向きを検出することにより、光ファイバ断面上の予め定められた特定の軸を画

像取得手段の光軸と一旦平行に合わせ、光強度分布より光ファイバの中心に対するコアの軸ズレ位置の測定を行い、軸ズレ位置が所望の位置と一致しない光ファイバ或いは半数以上の光ファイバの軸ズレ位置と一致しない光ファイバを180°回転させて、全ての光ファイバの特定の軸と画像取得手段の光軸とを再び平行に合わせた際に、特定の軸の向きが光ファイバ保持部材に対して所望の方向を向くように、保持部材に対する画像取得手段の光軸の向きを調整するかあるいは予め定めておくものである。

【0015】本発明は、複数の光ファイバと光ファイバ保持部材とを含む光ファイバアレイにおいて、それぞれの光ファイバに対して画像取得手段により光ファイバの拡大画像を取得し、取得した拡大画像から光ファイバ像の径方向の位置に対応した光強度分布等の画像の特徴の分布を求め、その特徴の分布より光ファイバの中心に対するコアの中心の軸ズレ位置の測定を行い、光ファイバ回転機構によりそれぞれの光ファイバの保持部材に対する軸ズレ位置を調整することによりコアの間隔を調整したあるいは均一にしたものである。

【0016】

【作用】上記構成によれば、画像取得手段により複数の光ファイバを導波光伝搬方向に対して側方から撮影すると光ファイバの拡大画像が取得できる。取得した複数の拡大画像毎に画像処理装置により画像処理を施すと光ファイバ像の径方向の位置に対応した光強度分布等の画像の特徴の分布が求められる。この画像の特徴の分布は光ファイバの回転方向の向きによって異なった特徴的な曲線を示すと共に再現性がある。このため画像の特徴の分布より光ファイバの中心軸を回転軸とした回転角度の測定を行い、その測定結果に基づいて光ファイバの中心に対するコアの軸ズレ位置がわかり、任意の光ファイバを回転させることによりコア同志の間隔を光導波路のコアの間隔に等しくすることができる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0018】図1は本発明の光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向のアライメント方法を適用した装置の主要部概略の一例を示す図である。尚、ここでは光ファイバとして偏波面保存光ファイバ素線1a, 1bを用いて光ファイバアレイを作製する場合について説明する。

【0019】同図に示すように偏波面保存光ファイバ素線1a, 1bの先端部のコーティングを除去した2本の光ファイバ2a, 2bが、光ファイバ保持部材3の表面に予め平行に配列形成された光ファイバを埋め込むための2本のV字形の溝4a, 4bにそれぞれ載置されており、紫外線硬化型接着剤(図示せず)が塗布され、その上にカバー部材5が載置されている。偏波面保存光フ

10

20

30

40

50

7

ファイバ素線 1 a, 1 b は光ファイバ回転部材としての光ファイバ回転機構 9 a, 9 b にそれぞれ取り付けられているので、光ファイバ 2 a, 2 b はコアの中心軸を略回転軸として回転可能となっている。

【 0 0 2 0 】 一方、略撮像カメラ 6 の光軸上に、載置された 2 本の偏波面保存光ファイバ 2 a, 2 b のうち複屈折主軸の角度のアライメントが行われる方の光ファイバ（例えば 2 a）が、撮像カメラ 6 と照明光源 8 とで挟まれるように配置されている。光ファイバ 2 a の下方側面からコアを横断する方向に照明光が照射され、この照射光が光ファイバ 2 a を透過して撮像カメラ 6 により光ファイバ 2 a の拡大画像が取得される。この取得した拡大画像から光ファイバ像（図示せず）の径方向の位置に対応した光強度分布を画像処理装置 7 により算出することができる。この光強度分布には撮像カメラ 6 の光軸と複屈折主軸とがなす角度を変えることによって異なった特徴を有する特性曲線が得られる。これはコア、クラッド及びジャケット等の偏波面保存光ファイバの各構成要素の屈折率がそれぞれ異なり、少なくとも 1 つの構成要素の形状が非軸対称であるためである。

【 0 0 2 1 】 従って、制御装置 1 0 において複屈折主軸の向きとコアの軸ズレ位置とを判断し、アライメントが行われる方の光ファイバ 2 a が取り付けられている回転機構 9 a を制御装置 1 0 により駆動させると、複屈折主軸の向き及びコアの軸ズレ位置を調整することができる（光ファイバ 2 b の複屈折主軸の向きおよびコアの軸ズレ位置の調整についても同様である）。

【 0 0 2 2 】 次に実施例の作用を述べる。

【 0 0 2 3 】 図 2 (a) は撮像カメラの光軸と楕円コア型偏波面保存光ファイバのコアの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 0° のときの概略断面図であり、図 2 (b) はその光強度分布を示す図である。図 3 (a) は撮像カメラの光軸と楕円コアの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 90° のときの概略断面図であり、図 3 (b) はその光強度分布を示す図である。尚、光ファイバの外周部の画像の光強度の極大値 l , r が最大になるように撮像カメラ 6 と光ファイバ 2 a との間の距離を $0.5 \mu\text{m}$ の分解能で調節してある。

【 0 0 2 4 】 撮像カメラ 6 の光軸 1 4 a と複屈折主軸 1 5 a とが平行になるように光ファイバ 2 a の回転角度を調節した場合には（図 2 (a) ）、図 2 (b) に示すように光ファイバ 2 a の中心部の光強度の極大値 a が最大となり、その両脇に光強度の極小値 b , c が現れ、 a , b 間及び、 a , c 間の光強度の差が最大となった。また光強度分布はコア 1 2 a の中心に対応する a を対称軸として略線対称であり、略線対称の位置に現れる極小値 b , c 間の光強度の差は最小となった。

【 0 0 2 5 】 一方、光軸 1 4 a と複屈折主軸 1 5 a とがなす角度が 90° となるように光ファイバ 2 a を回転した場合には（図 3 (a) ）、図 3 (b) に示すように極

8

大値 a 及び極小値 b , c を識別し難くなっているが、 b と c との光強度の差は略なくなった。またここには図示しないが、光軸 1 4 a と複屈折主軸 1 5 a とがなす角度を 0° 及び 90° 以外の角度とした場合には、 b と c との間の光強度の差が大きくなった。ここで得られた光ファイバ中心部近傍の光強度分布は、楕円形コア 1 2 a の形状、コア 1 2 a とクラッド 1 3 a との屈折率差及び光軸 1 4 a と複屈折主軸 1 5 a とがなす角度を反映しているので、図 2 (b) 及び図 3 (b) において光強度の極大値 a が現れた位置は、コア 1 2 a の中心の位置に対応している。

【 0 0 2 6 】 このように複屈折主軸 1 5 a の向きにより特徴的な光強度分布が得られることを利用して、図 1 に示した 2 本の偏波面保存光ファイバ 2 a, 2 b に楕円コア型光ファイバを用い、図 2 (a) に示すように一方の光ファイバ 2 a の楕円形コア 1 2 a の長軸方向の複屈折主軸 1 5 a を撮像カメラ 6 の光軸 1 4 a と平行に合わせ、光強度分布（図 2 (b) ）より光ファイバ 2 a の左側外周端とコア中心との距離 s 及び光ファイバ 2 a の右側外周端とコア中心との距離 t とを画素単位で測定し、楕円形コア 1 2 a の短軸方向の軸ズレ位置を測定することができた。このときの軸ズレ位置は光ファイバ 2 a の中心より右に $0.65 \mu\text{m}$ であった。

【 0 0 2 7 】 次にもう一方の光ファイバ 2 b に対しても同様に楕円形コア 1 2 b の長軸方向の複屈折主軸 1 5 b を撮像カメラ 6 の光軸 1 4 b と平行に合わせ、軸ズレ位置を測定したところ左に $0.59 \mu\text{m}$ であったので、光ファイバ 2 b を 180° 回転させて軸ズレの向きが右になるようにして再び光軸 1 4 b と複屈折主軸 1 5 b とを平行に合わせ、接着剤を紫外線照射により硬化させ、光ファイバ 2 a, 2 b、保持部材 3 及びカバー部材 5 の端面を研磨し、図 4 に示すような偏波面保存光ファイバアレイ 6 0 を作製することができた。尚図 4 は図 1 に示した光ファイバアレイの A-A 線断面図である。

【 0 0 2 8 】 図 4 において、光ファイバ 2 a, 2 b の複屈折主軸 1 5 a, 1 5 b は保持部材 3 の表面に対して垂直（紙面に平行）になっており、コア 1 2 a, 1 2 b は保持部材 3 の表面に対して垂直になっており、コア 1 2 a, 1 2 b は光ファイバ 2 a, 2 b の中心 $50a$, $50b$ に対して両方とも右上に軸ズレしていた。また軸ズレの向きを一致させたことによって、2 つのコア 1 2 a, 1 2 b 間の間隔 P_1 と 2 つの V 字状溝 4 a, 4 b 間の間隔 P_2 との差を $0.1 \mu\text{m}$ 以下とすることができ、さらにコア 1 2 a の V 字状溝 4 a の底部先端 $4aa$ を基準とした高さ h_1 とコア 1 2 b の V 字状溝 4 b の底部先端 $4bb$ を基準とした高さ h_2 との差も $0.1 \mu\text{m}$ 以下とすることができた。このように楕円形コア 1 2 a, 1 2 b の短軸方向の軸ズレの向きのみを合わせるだけで長軸方向の軸ズレの向きまで一致するのは、光ファイバ 2 a, 2 b が一条の光ファイバから連続して切り出されている

ためである。

【0029】また、上述した実施例のように光ファイバ2aの回転方向のアライメントを行った後に、光ファイバ2bを同じ方向に90°回転させることにより、複屈折主軸15a、15bが保持部材3の表面に対して平行であって、かつ軸ズレの向きが一致した光ファイバアレイを作製することができた。さらに光軸14a、14bと複屈折主軸15a、15bとを平行に合わせた時に複屈折主軸15a、15bの向きが保持部材3の表面に対して平行になるように、予め光軸14a、14bの向きを保持部材3の表面に対して平行（紙面に平行）に定めておくことによって同様な光ファイバアレイを作製することができた。

【0030】図3(a)に示したように光ファイバ2a(2b)の楕円形コア12a(12b)の長軸方向の複屈折主軸15と撮像カメラ6の光軸14とがなす角度を90°に合わせた場合にも、光強度分布(図3(b))より光ファイバ2a(2b)の左側外周端とコア中心との間の距離s及び右側外周端とコア中心との間の距離tとを画素単位で測定し、楕円形コア12a(12b)の長軸方向の軸ズレ位置を測定することができ、同様に複屈折主軸15a、15bが保持部材3の表面に対して平行であって、かつ軸ズレ位置が一致した光ファイバアレイを作製することができた。

【0031】次に光ファイバとして楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバ16を用いた場合について説明する。

【0032】図5(a)は撮像カメラの光軸と楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバの楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が0°のときの概略断面図であり、図5(b)はその光強度分布を示す図である。図6(a)は撮像カメラの光軸と楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が90°のときの概略断面図であり、図6(b)はその光強度分布を示す図である。尚、極大値I_rが最大になる距離よりも10μmだけ大きくなるよう、撮像カメラ6と光ファイバ16との距離を0.5μmの分解能で調節してある。

【0033】図5(a)に示すように、光軸14と複屈折主軸21とが平行になるように光ファイバの回転角度を調節した場合には、図5(b)に示すように光強度分布がコアの中心に対応する明部aの中心を対称軸として略線対称であって、さらに光ファイバ中心部近傍の略線対称となる位置に1組の明部d、eが現れ、その光強度の差が最小となった。また、これらの明部d、eの光ファイバ内周側の、コアの中心に対応する明部aの中心を対称軸として略線対称の位置に、1組の暗部b、cが現れ、明部d、eの外周側近傍には光強度がその外周側よりも低い顕著な暗部は現れなかった。

【0034】一方、図6(a)に示すように光軸14と複屈折主軸21とがなす角度を90°とした場合、すな

わち光軸14と楕円形ジャケットの短軸方向の複屈折主軸22とが平行になるように光ファイバの回転角度を調節した場合には、図6(b)に示すように光強度分布がコアの中心に対応する明部aの中心を対称軸として略線対称であって光ファイバ中心部近傍の略線対称の位置に1組の明部d、eが現れ、明部d、eの光ファイバ内周側の略線対称の位置に1組の暗部b、cが現れ、かつ明部d、eの外周側近傍に光強度がその外周側よりも低い顕著な1組の暗部f、gが現れた。また、ここには図示しないが、光軸14と複屈折主軸21とがなす角度を0°及び90°以外の角度とした場合には、光強度分布の線対称性が失われた。

【0035】このように複屈折主軸21或いは複屈折主軸22の向きにより特徴的な光強度分布が得られることを利用して、図1に示した2本の偏波面保存光ファイバ2a、2bを楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバ16とし、図5(a)或いは図6(a)に示すように一方の光ファイバ16の楕円形ジャケット19の複屈折主軸21或いは複屈折主軸22を撮像カメラの光軸14に平行に合わせ、光強度分布(図5(b)或いは図6

(b))より光ファイバ16の左側外周端とコア中心との間の距離s及び右側外周端とコア中心との距離tとを画素単位で測定し、楕円形ジャケット19の短軸方向及び長軸方向のコア17の軸ズレ位置を測定することができ、楕円コア型偏波面保存光ファイバの場合と同様に、複屈折主軸のアライメントがなされていて、かつ、軸ズレ位置を一致させた光ファイバアレイを作製することができた。

【0036】光ファイバとして、楕円コア型と楕円ジャケット型の偏波面保存光ファイバを例に挙げて説明したが、いわゆるPANDA型、Bow-Tie型、サイドピット型及びサイドトンネル型等の非軸対称屈折率分布を有する偏波面保存光ファイバ或いは絶対単一偏波光ファイバ及びマルチコア光ファイバも回転方向の向きに依存して特徴的な光強度分布が得られるので、光ファイバ断面上の予め定められた特定の軸と撮像カメラの光軸とを平行に合わせ、その位置における特定の軸と直交する方向の軸ズレ位置を測定し、特定の軸と軸ズレ位置とを考慮して光ファイバの回転方向のアライメントを行い、光ファイバアレイを作製することが可能である。

【0037】いわゆるシングルモード光ファイバ等の略軸対称屈折率分布を有する光ファイバを用いた光ファイバアレイを作製する場合には、いかなる回転方向の向きに対しても略同様な光強度分布を呈するが、任意の回転方向の向きにおいて光ファイバ外周端よりコア中心までの距離を画素単位で測定することは可能である。

【0038】従って、光ファイバをその中心を略回転軸として回転させつつ、コアの中心の光ファイバの中心に対する軸ズレ位置測定を繰り返してそれぞれの光ファイバにおける軸ズレ位置を測定することが可能であるの

で、軸ズレ位置を考慮して光ファイバの回転方向のアライメントを行い、光ファイバアレイを作製することが可能である。

【0039】また、2心の光ファイバアレイを例に取り上げたが2心に限定されず3心以上の光ファイバアレイであってもよい。

【0040】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【0041】(1) 隣接する光ファイバのコアの間隔及び光ファイバ保持部材の表面からコアまでの距離が均一な光ファイバアレイを作製することができる。

【0042】(2) 光ファイバアレイと光導波路アレイとの位置ズレによる結合損失が低減する。

【0043】(3) 光ファイバアレイ作製の歩留まりが向上し、コストが低減する。

【0044】(4) 光ファイバアレイに使用する光ファイバのコアの軸ズレに対する要求が緩和され、光ファイバの歩留まり向上及び低コスト化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向のアライメント方法を適用した装置の主要部概略の一例を示す図である。

【図2】(a)は撮像カメラの光軸と楕円コア型偏波面保存光ファイバのコアの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 0° のときの概略断面図であり、(b)はその光強度分布を示す図である。

【図3】(a)は撮像カメラの光軸と楕円形コアの長軸

方向の複屈折主軸とがなす角度が 90° のときの概略断面図であり、(b)はその光強度分布を示す図である。

【図4】図1に示した光ファイバアレイのA-A線断面図である。

【図5】(a)は撮像カメラの光軸と楕円ジャケット型偏波面保存光ファイバの楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 0° のときの概略断面図であり、(b)はその光強度分布を示す図である。

【図6】(a)は撮像カメラの光軸と楕円形ジャケットの長軸方向の複屈折主軸とがなす角度が 90° のときの概略断面図であり、(b)はその光強度分布を示す図である。

【図7】従来の光ファイバアレイにおける光ファイバの回転方向の向きのアライメント方法を行う系の側面概略図である。

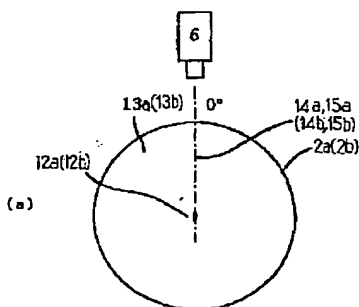
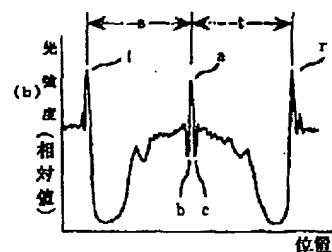
【図8】楕円コア型光ファイバの複屈折主軸を示す横断面図である。

【図9】楕円ジャケット型光ファイバの複屈折主軸を示す横断面図である。

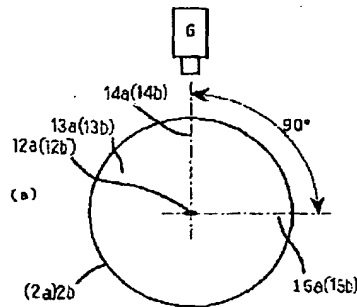
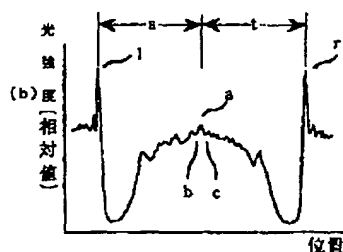
【符号の説明】

- 2 a, 2 b 光ファイバ
- 3 光ファイバ保持部材
- 6 画像取得手段(撮像カメラ)
- 7 画像処理装置
- 8 照明光源
- 9 a, 9 b 光ファイバ回転機構
- 10 制御装置

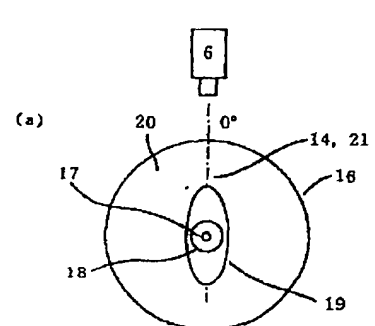
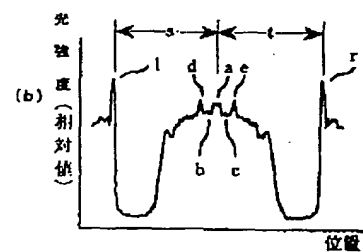
【図2】



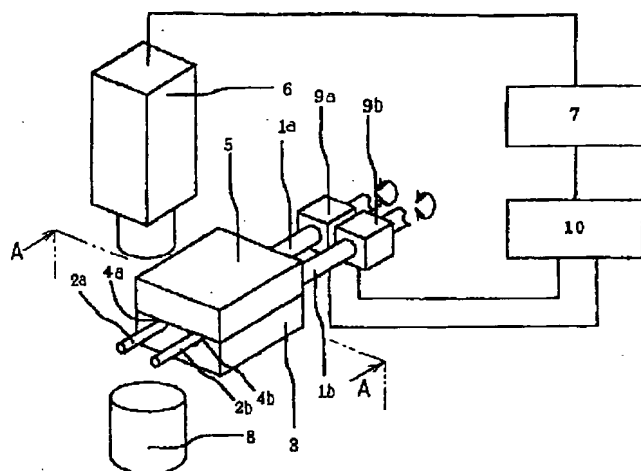
【図3】



【図5】

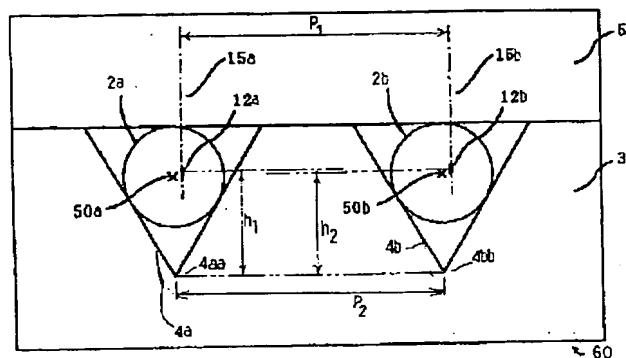


【図 1】

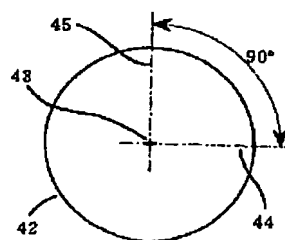


- 2 a, 2 b 光ファイバ
- 3 光ファイバ保持部材
- 6 画像取得手段 (撮像カメラ)
- 7 画像処理装置
- 8 照明光源
- 9 a, 9 b 光ファイバ回転機構
- 10 制御装置

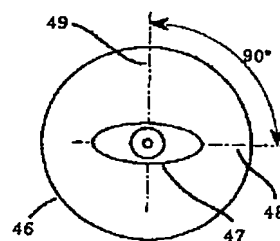
【図4】



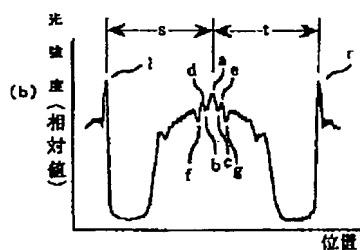
【図 8】



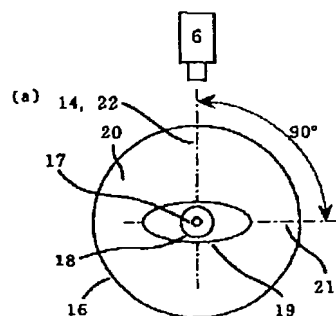
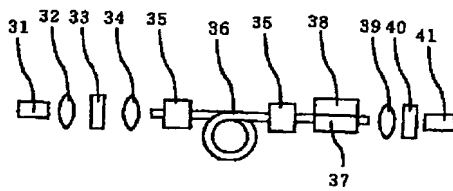
【图9】



【図 6】



【圖 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 飯塚 寿夫
茨城県日立市日高町 5 丁目 1 番 1 号 日立
電線株式会社日高工場内
- (72)発明者 市村 守
愛知県小牧市大字上末122番地 サンテッ
ク株式会社内
- (72)発明者 村上 知広
愛知県小牧市大字上末122番地 サンテッ
ク株式会社内